

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁷ H01L 21/66	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2001-0043501 2001년05월25일
(21) 출원번호 (22) 출원일자 번역문제출일자	10-2000-7012589 2000년11월10일 2000년11월10일	
(86) 국제출원번호 (86) 국제출원출원일자	PCT/US1999/09933 1999년05월04일	(87) 국제공개번호 (87) 국제공개일자 WO 1999/59200 1999년11월18일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투 갈 스웨덴 핀란드 사이프러스 국내특허 : 일본 대한민국 싱가포르	
(30) 우선권주장 (71) 출원인	09/075,254 1998년05월11일 미국(US) 어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드 조셉 제이. 스위니	
(72) 발명자	미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050 라메이,파트릭,에이취. 미국95032캘리포니아로스가토스골프랑크스드라이브14745 마이몬,아모츠 미국95014캘리포니아쿠퍼티노파크우드드라이브넘버810160 아론,가드 이스라엘93704예루살렘나웃40	
(74) 대리인	남상선	

심사청구 : 없음

(54) 반도체 제조 설비의 수율 향상 시스템

요약

수율 향상 시스템은 결함 분류와 특성 정보를 전체적인 분류 구성으로 조직한다. 상기 전체적인 분류는 결함의 원인을 식별하고 검사 및 재검사 계획을 생성하도록 이용된다. 상기 시스템은 분류 배당의 정확성과 상기 결함의 원인의 식별을 개선하기 위해 결함 정보를 데이터베이스에 축적하고 상기 정보를 계속 개량한다.

대표도

도1

명세서

기술분야

본 발명은 반도체 제조 시스템에 관한 것으로서, 더 구체적으로는 웨이퍼 결함의 원인을 알아내고 이러한 정보를 이용하여 제조 설비에서 공정을 제어하는 반도체 제조 시스템에 관한 것이다.

배경기술

반도체의 제조는 웨이퍼 상에 트랜지스터, 저항기, 및 유도자와 같은 전자 회로를 형성하는 반도체 재료 부품(웨이퍼로 지칭됨)의 처리를 포함한다. 이러한 회로는 상기 웨이퍼 상에 재료를 증착시키고 상기 반도체의 영역을 다른 요소로 도핑시키고 상기 웨이퍼를 에칭함으로써 형성된다. 이러한 공정은 상기 회로들 사이에 연결부를 생성한다.

웨이퍼는 상대적으로 크지만(예를 들어, 수 인치의 직경), 상기 회로는 상당히 작다. 예를 들어, 최첨단 기술을 사용한 제조 공정은 1미크론 이하 범위의 미세 구조물을 갖는 회로를 생산할 수 있다. 결과적으로, 제조 시스템의 결함에 대한 허용 오차는 매우 작다. 따라서, 제조 공정에서의 사소한 결함이라도 상당한 수의 결함을 처리된 웨이퍼에 야기할 수 있다.

웨이퍼 제조 공정에서 결함 수의 감소는 제조 설비("FAB")의 비용과 관련된다. 최첨단 기술을 사용한 반도체 제조 설비를 만드는 비용은 1억 달러를 초과한다. 결과적으로, 투자에 대한 회수를 최대화하기 위해서는 FAB 수율이 가능한 한 높아야 한다.

FAB에서 수율을 증가시켜야 하는 필요는 웨이퍼에 있는 결함을 알아내는 다양한 장치의 발전을 가져왔다. 어떤 장치는 FAB 작업자가 시각적으로 상기 웨이퍼(또는 웨이퍼의 상태)를 검사하여 결함을 알아낼 수 있게 한다. 이러한 형태의 일반적인 장치는 광학적 검사 시스템과 주사 전자 현미경("SEM")을 포함한다. 다른 장치는 데이터의 형태로 결함 정보를 제공한다. 다양한 장치가 결함 데이터를 분류별로 분류한다. 유사한 결함이 유사한 원인에 의해 야기된다는 데이터가 주어지면, 이 기술은 FAB 작업자로 하여금 어떤 결함의 원인을 더 쉽게 알아내게 한다.

요컨대, 통상의 FAB 장치는 과다한 FAB 결함 정보를 제공할 것이다. 그러나, 많은 장치들은 적은 정보를 생성하여 작업자가 데이터를 분류하고 이해하도록 한다. 그러므로, 작업자가 데이터를 이해하고 효과적으로 결함의 원인을 알아낼 수 있게 하는 방식으로 작업자에게 데이터를 제공하는 FAB 수율 향상 시스템을 필요로 하게 되었다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 웨이퍼에 대한 결함의 원인을 알아내고 이 정보를 이용하여 제조 공정을 제어하는 자동화된 수율 향상 시스템을 제공한다. 상기 시스템은 상기 FAB에 있는 장치로부터 결함 정보를 수집하여 전체적으로 결함을 분류한다. 상기 제조 공정을 통해, 상기 시스템은 현재 및 선행의 결함 데이터에 기초한 전체적인 분류를 계속적으로 갱신하고 재분류한다. 상기 결함 분류 정보와 다른 FAB 데이터를 이용해서, 상기 시스템은 자동적으로 결함의 원인을 알아내고 FAB 검사 및 재검사 장치에 이용되는 분석 과정을 개량한다. 게다가, 상기 시스템은 상기 결함 정보와 다른 FAB 데이터를 이용해서 자동적으로 FAB 공정 장치의 작동을 조절해서 유사한 결함이 후에 생산된 웨이퍼 상에 형성되는 것을 방지한다.

상기 전체적인 분류표에서, 각각의 결함은 특성에 따라 분류된다. 아마도, 이러한 특성은 결함의 원인과 심각성에 관련된다. 통상의 시스템과 대조적으로, 본 발명에 따라 구성된 시스템은 관계 없는 다양한 장치로부터 생성될 결함 정보에 대한 단일의 전체적인 분류표를 제공한다.

상기 시스템은 결함에 관계된 분류 데이터와 다른 정보를 결함 데이터베이스에 저장한다. 이 정보는 분류 식별기, 결함 원인 후보, 및 알아낸 후보가 진정으로 결함 원인인가의 상대적인 확신의 정도를 나타내는 인자를 포함할 것이다. 게다가, 상기 시스템은 광학 재검사 데이터, 주사 전자 현미경에 의한 정보, 및 결함과 관계된 웨이퍼 결함 지도를 저장할 수도 있다.

새로운 결함이 처리되었을 때, 결함에 대한 정보는 결함 데이터베이스의 유사한 정보와 비교될 것이다. 이러한 분류는 결함 정보와 웨이퍼에 수행된 시험에 의해 생성된 인자에 따른 데이터와 같은 FAB로부터의 입력에 기초해서 계속 개량되고 갱신된다.

결함의 원인을 알아내기 위해서, 상기 시스템은 상기 수율 향상 시스템에 의해 생성된 분류 데이터와 FAB 장치 매주(vendor)에 의해 제공된 결함 원인 데이터를 처리한다. 결함의 잠재적인 원인을 알아내면, 상기 시스템은 이 정보를 이용하여 광학 검사 및 재검사 장치, SEM 검사 및 재검사 장치 또는 어떤 다른 검사, 재검사 또는 도량형 장치에 대한 검사 및 재검사 계획을 수정한다. 게다가, 결함의 원인이 수율 향상 시스템에 의해 제어되는 공정 장치와 관계될 때, 상기 시스템은 자동적으로 공정 장치를 조절하여 후에 제조된 웨이퍼에 있는 결함을 제거한다.

축적된 데이터에 기초한 결함 정보와 재검사 장치의 과정을 계속 갱신함으로써, 상기 시스템은 통상의 시스템보다 더 정확하게 결함의 원인을 알아낼 것이다. 더욱이, 모든 FAB 장치로부터 제공된 결함 정보를 통합함으로써, 상기 시스템은 빨리 결함의 원인을 알아내고 자동적으로 문제점을 수집하거나 FAB 작업자가 수집할 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 이러한 특징은 첨부된 도면과 함께 다음의 설명과 청구범위로부터 분명히 될 것이며, 동일한 부재에 대해서는 동일한 참조번호가 부기된다.

도 1은 본 발명에 따라 구성된 수율 향상 시스템을 포함하는 FAB의 실시예에 대한 블록 선도이고,

도 2는 본 발명에 따라 구성된 수율 향상 시스템의 실시예에 대한 FAB 공정 흐름의 블록 선도이며,

도 3은 본 발명에 따라 구성된 수율 향상 시스템의 실시예에서 결함 처리 작동을 설명하는 순서도이며, 그리고

도 4는 본 발명에 따라 구성된 수율 향상 시스템의 실시예에서 재검사 계획의 개량 공정을 설명하는 순서도이다.

실시예

도 1에서, FAB F에서 수율 향상 시스템(18)은 FAB 호스트(20)와 다양한 FAB 장치(22, 24, 26)에 의해 생성된 결함 데이터와 다른 정보를 처리한다. 상기 FAB 호스트는 현재 처리되고 있는 웨이퍼에 대한 정보를 제공하는 작업 공정(work-in-progress, "WIP") 데이터를 생성한다. 검사 장치(22)는 자동적으로 웨이퍼 결함 지도를 생성하고, 선택적으로 상기 웨이퍼 상에 있는 결함에 관계된 자동 결함 분류 데이터와 다른 정보를 생성한다. 상기 자동 결함 분류 데이터는, 예를 들어, 분류된 웨이퍼 결함 지도, 결함 분류 데이터 및 결함의 특성을 포함할 수도 있다. 상기 검사 장치(22)는, 예를 들어, 캘리포니아 산타 클라라 소재의 "어플라이드 머티어리얼스사"(Applied Materials)에서 생산되고 있는 하나 이상의 "오르보트 더블유에프(ORBOT WF) 7xx" 시리즈 설비일 수 있다. 재검사 장치(24)는 상기 결함 지도에 따라 상기 웨이퍼를 재검사하는데 이용된다. 상기 재검사 장치가 이용된다면, 상기 재검사 장치(24)는 결함의 이미지를 생성하고 부가적인 자동 결함 분류 데이터와 다른 결함 정보를 제공할 것이다. 상기 재검사 장치(24)는, 예를 들어, 캘리포니아 산타 클라라 소재의 "어플라이드 머티어리얼스사"에서 생산되고 이용되는 "오팔(OPAL) 9300" 결함 재검사 주사 전자 현미경일 수 있다. 결함의 검사 및 재검사에 상관없이, 시

형 장치(26)는 웨이퍼 상에서 전기적 시험을 수행한다. 이러한 시험은 상기 웨이퍼 회로의 실질적인 작동 인자에 관련된 정보를 생성한다.

상기 수율 향상 시스템(18)은 웨이퍼 결함의 원인을 알아내고 웨이퍼 검사 공정을 개선시키도록 결합된 다양한 요소를 포함한다. 통합된 자동 결함 분류(integrated automatic defect classification "IADC") 요소(28)는 상기 장치에 의해 제공된 정보를 통합하여 전체적인 분류 계획을 만든다. 이후 이러한 정보는 현재의 생산 공정에 대한 최적의 결함 분류 배당을 생성하도록 개량된다.

결함 정보 데이터베이스(30)는 상기 공정 장치와 수율 향상 시스템(18)에 의해 형성된 결함 데이터를 축적한다. 상기 결함 데이터베이스(30)는 이미 알려진 결함, 그들의 특성, 및 그들의 원인에 대한 참조용 데이터베이스를 제공한다.

자동 결함 원인 식별 시스템(32)은 상기 IADC와 상기 결함 데이터베이스로부터 나온 모든 정보를 통합한다. 상기 식별 시스템(32)은 이러한 정보에 정보 처리 능력을 가진 결정 알고리즘을 적용하여 결함의 원인을 알아낸다. 게다가, 식별 시스템(32)은 결함에 대한 경고, 결함의 원인을 확인하도록 제안된 시험 과정, 및 상기 문제점을 고치기 위해 제안된 교정 조치를 제공할 수도 있다.

스마트 샘플 플래너(smart sample planner, 34)는 상기 시스템에 분류 데이터와 축적된 정보를 이용하여 FAB 재검사, 검사 계획 및 상기 FAB의 전체적인 샘플링 계획을 최적화한다.

상기 개요를 바탕으로, 상기 시스템의 설명은 도 2 내지 도 4와 함께 더욱 상세히 설명될 것이다. 도 2는 본 발명에 따른 수율 향상 시스템을 형성하는 FAB에서의 공정 흐름을 도시한다. 도 3은 IADC와 관련된 데이터 흐름을 도시한다. 도 4는 본 발명에 따라 작동하는 수율 제어 플래닝과 샘플 플래닝 공정의 한 실시예에 대한 데이터 흐름을 도시한다. 도면의 복잡성을 줄이기 위해, 단지 하나의 검사 장치(22), 재검사 장치(24) 및 시험 장치(26)가 상기 도면의 일부분에서 설명될 것이다. 그러나, 주어진 FAB는 하나 이상의 검사 장치(22), 재검사 장치(24) 및/또는 시험 장치(26)를 포함한다는 것을 이해해야 한다.

도 2를 참조하여, 웨이퍼(40)는 연속적으로 자동 결함 검사 장치(22)로 제공되고, 선택적으로 점선(41)으로 표시된 것처럼 광학 결함 재검사 장치(24A)와 주사 전자 현미경에 의한 결함 재검사 장치(24B)로 제공된다. 검사 및 재검사 공정의 각 단계에서, 상기 장치는 결함 정보를 상기 수율 향상 시스템(18)으로 보낸다. 상기 수율 향상 시스템(18)은 결함 데이터를 분류하고, 그것을 결함 데이터베이스에 저장하며, 필요하다면 갱신된 재검사 과정을 상기 재검사 장치(24A, 24B)에 제공한다.

상기 검사 장치(22)는 결함 지도(44)를 포함해서 검사 데이터를 생성하고, 선택적으로 분류 특성과 분류 결과를 생성한다. 상기 분류 특성은 중간 수준의 데이터를 지칭한다. 즉, 장치 센싱 또는 이미지 처리의 결과이다. 장치 센싱은, 예를 들어 광원과 광 센서(예를 들어, 전하를 연결한 장치)를 사용하는 장치로 상기 웨이퍼를 분석하는 단계를 포함한다. 이러한 결과는 크기, 위치, 형태, 색깔, 층상에서의 위치 및 센싱 신호의 특징(예를 들어, 발견된 빛의 강도에 비례하는 장치 센싱으로부터 나온 신호)과 같은 특성의 집합으로 특성화된다. 상기 분류 결과는 분류 식별기이다. 각각의 자동 결함 분류 장치(예를 들어, 22, 24A, 24B)는 특정 식별기와 관련 분류를 한정한다.

상기 검사 장치(22)는 결함 정보를 상기 IADC(28)로 보낸다. 상기 IADC는 상기 정보를 분석하고 결함의 클러스터, 계속되는 결함 및 오버레이 결함을 알아낸다. 게다가, 상기 IADC는 상기 결함에 대한 공간적인 신호 분석을 수행한다.

상기 결함 분류 데이터를 이용하여, 상기 IADC(28)는 결함의 수준, 결함 분포 및 다른 표준에 대한 제한 한계에 기초한 경보와 경고를 생성한다. 게다가, 상기 IADC는 광학 재검사 스테이션(24A), 필요하다면 주사 전자 현미경 재검사 스테이션(24B) 또는 어떤 다른 재검사 장치에 대한 재검사 계획을 생성한다.

상기 웨이퍼(40)가 더 연구되어야 할 필요가 있는 결함을 포함한다면, 상기 웨이퍼(40)는 광학적 결함 재검사 장치(24A)로 보내어질 것이다. 상기 재검사 장치(24A)는 분류된 결함 지도(46), 광학적 이미지 및 선택적으로 광학에 기초한 자동 결함 분류(도시 않음)를 생성한다. 다시, 상기 결함 분류는 분류 특성과 분류 결과를 포함할 수도 있다.

상기 IADC(28)는 이 정보를 처리해서 전체적인 결함 분류를 얻는다. 이러한 목적에서, 상기 IADC는 상기 데이터베이스(30)에 저장된 데이터를 이용하여 데이터를 개량할 수도 있다. 게다가, 상기 IADC는 입수된 결함 정보를 재분류하여 상기 FAB에서 모든 결함에 대해 생성한 전체적인 분류와 일치시킨다. 최종적으로, 상기 IADC는 상기 결함에 확신의 정도를 배당하고 상기 결함 데이터베이스(30)에서 상기 결함에 대한 정보를 저장한다.

본 발명의 한 실시예에서, 결함은 유사한 공간적인 신호 분석 결과와 유사한 온-더-플라이(on-the-fly) 자동 결함 분류 결과에 기초한 전체적인 분류 계획에 따라 분류된다. 게다가, 상기 이미지는 상기 결함 분류 계획당 결함 데이터와 관계된다. 어떤 경우에, 상기 결함은 단일의 일정한 결함 분류로 상기 FAB 작업자에 나타내진다.

상기한 바와 같이, 결함 분류에 기초해서, 상기 IADC는 경보와 경고를 생성한다. 게다가, 필요하다면, 상기 IADC는 전자 주사 현미경 재검사 계획을 생성한다.

주사 전자 현미경 재검사가 요구된다면, 상기 웨이퍼(40)는 주사 전자 현미경 결함 재검사 장치(24B)에 보내진다. 상기 재검사 장치(24B)는 재분류된 결함 지도(도시 않음), 주사 전자 현미경 결함 이미지 및 선택적으로 주사 전자 현미경에 기초한 자동 결함 분류, 및 필요하다면 EDX와 같은 조성 데이터를 생성한다.

상기 IADC(28)는 상기 주사 전자 현미경에 의한 정보를 처리하여 상기 결함 정보를 개량하고 전체적으로 만들고 상기 결과에 새로운 확신의 정도를 배당한다. 결국, 상기 IADC는 경보와 경고를 생성하고, 필요하다면 분류된 결함 지도를 상기 데이터베이스(30)에 저장한다.

도 3은 상기 IADC(28)의 기본 작동을 도시한다. 간략하게, 상기 IADC(28)는 상기 검사 및 재검사

장치(22, 24A, 24B)로부터 결함 데이터를 받는다. 블록(50, 52, 54)에서, 상기 IADC(28)는 상기 결함 데이터와 상기 웨이퍼 결함의 공간적인 신호 분석으로부터 나온 데이터에 기초한 결함을 분류한다. 상기 IADC는 결함에 관계된 모든 데이터를 상기 데이터베이스(30)에 저장한다. 그러므로, 상기 결함 데이터는 장래의 분류 서치(58, 60)에 대해 이미 이용될 수 있다. 게다가, 블록(62 및 64)에 의해 나타내진 것처럼, 상기 IADC(28)는 수용된 결함 데이터에 기초한 결함 분류 및 결함 원인 데이터를 계속적으로 개선하는 점에서 "인지" 능력을 가진다. 상기에서 설명된 것처럼, 상기 결함 원인 식별 시스템(32)은 상기 결함 데이터를 이용하여 결함의 원인을 식별하고 교정 조치를 시작한다.

도 3에 대한 설명으로 돌아가서, 상기 IADC(28)은 모든 국부적인 자동 결함 분류("ADC") 장치로부터 나온 결함 데이터를 배열하고 통합 정리한다.

도 3에서 도시된 각각의 ADC 장치는 발견된 결함을 분석하고 결함 특성 데이터를 생성한다. 예를 들어, 초기에 ADC 장치(22)에 기초한 검사를 참조하여, 상기 장치(22)는 웨이퍼를 검사하고 발견된 결함을 분류한다. 장치가 이용될 수 있을 때(예를 들어 "오르보트 더블유 에프(ORBOT WF) 7xx" 시리즈 설비를 이용할 때), 상기 장치(22)는 온-더-플라이 자동 결함 분류를 수행한다. 장치(22)는 선(66)으로 나타내진 것처럼 국부적인 자동 결함 분류 특성 데이터(예를 들어 스캐터링된 빛의 강도)를 상기 IADC(28)로 보낸다. 블록(50)으로 나타내진 것처럼, 상기 IADC는 공간적인 신호 분석 정보(선 70)에 따라 장비(선 68)로부터 나온 특성 데이터와 ADC 인지 시스템(64)(선 65를 통한)으로부터 나온 데이터를 처리해서 통합된 특성 분류를 생성한다. 상기 공간적인 신호 분석 정보(70)는 상기 웨이퍼를 가로질러 분포된 결함의 영역별 분석을 나타내는 통상의 알고리즘으로 구성된다. 상기 ADC 인지 시스템(64)은 아래에서 더 상세하게 설명된다.

도 3에서 도시된 각각의 ADC 장치는 특성 데이터를 처리해서 결함을 상기에서 설명된 것처럼 국부적인 장치 특성에 따른 분류로 분류한다. ADC 장치(22)에 기초한 검사를 참조하여, 상기 장치(22)는 국부적인 자동 결함 분류 결과(예를 들어, 분류된 결함 지도)를 선(72)에 의해 나타내진 것처럼 상기 IADC(28)에 제공한다. 상기 IADC(28)는 상기 장치(선 74)로부터 나온 분류 데이터와 상기 통합된 특성(선 76)을 이용하여 전체적인 분류(52)를 생성한다. 이 단계에서, 상기 FAB의 다양한 분류 식별기는 일정하고 전체적인 분류로 변형된다.

상기 IADC(28)는 결함에 관계된 모든 분류 인자를 상기 데이터베이스(30)에 저장한다. 특히, 상기 IADC는 상기 개량된 분류 데이터(선 78)와 상기 통합된 특성 분류 정보(선 80)를 결함 정보 데이터베이스(30)에 저장한다. 이것은 상기 데이터베이스(30)의 정보에 기초한 서치 중에 처리되는 자동 결함 분류 특성 데이터(블록 60)를 포함한다.

상기 IADC(28)는 결함 이미지와 조성 데이터(선 82)를 상기 데이터베이스(30)에 저장한다. 이 정보는 로우(raw) 이미지와 재료 식별 데이터(선 84)의 형태로 상기 광학 장치(24A)와 주사 전자 현미경 장치(24B)로부터 생긴다. 일반적으로, 상기 IADC는 이 정보를 아래에서 설명되는 것처럼 상기 결함 데이터베이스(30)의 정보에 기초한 서치(58) 중에 이용한다.

상기 분류 공정 중에, 상기 IADC(28)는 전체적인 분류(선 86)와 통합된 특성 분류(선 87)를 개량하고 수집하여 향상된 분류 결과를 제공한다(블록 54). 상이한 국부적인 분류로부터 나온 데이터를 결함함으로 써, 상기 IADC는 국부적인 분류보다 더 정확한 분류를 제공할 수 있다.

상기 분류 개량 작동은 다양한 형태를 취할 것이다. 예를 들어, 상기 IADC(28)는 특정 결함 분류[예를 들어, ADC(22) 또는 광학 재검사 ADC(24A)에 기초한 검사]의 결과와 공간의 결함 분포 분류[예를 들어, 공간적인 신호 분석(56)]의 결과를 조합하여 상기 분류를 개량하고 정확도를 증가시킨다.

전체적인 분류를 제공하는 한 실시예는 무게와 가능성 요소를 이용하는 단계에 의한다. 즉, 각각의 장치는 분류와 데이터의 확신 정도를 상기 IADC(28)에 보낸다. 충돌이 일어난다면, 상기 IADC(28)는 확신의 정도를 각각의 장치의 분류에 적용하여 최종 결정에 도달한다. 그러므로, 장치(1 및 2), 분류(X_1 및 X_2), 및 확신의 정도(P_1 및 P_2)에 대해, 상기 IADC(28)는 $X_1(P_1) + X_2(P_2) \rightarrow X_6$ 를 수행하며, 분류 X_6 는 룩업 표 또는 한계(threshold)를 이용하는 단계로부터 결정될 수 있다.

각각의 장치에 배당된 무게, 예를 들어 W_1 및 W_2 를 이용해서, 상기 IADC(28)는 어떤 장치(예를 들어, 빠른 스캔 검사 장치 보다 더 큰 무게가 큰 민감도를 가진 장치)에 우대를 줄 수 있다. 그러므로, 상기 IADC(28)는 $W_1 \cdot P_1(X_1) + W_2 \cdot P_2(X_2) = X_6$ 를 수행할 것이다. 상기 무게는 장치에 대해 특정화될 수 있고 결함의 분류당 개별화될 수 있다. 상기 시스템이 특정 공정 선(선행의 옳은/그릇된 분류를 이용)에서 장치의 민감도를 인지할 때, 상기 무게는 적절히 조절될 수 있다. 어떤 장치/분류에 대해서, 상기 무게는 상기 장치에 의해 제공된 분류를 무시하기 위해 0으로 설정될 수 있다. 유사한 형태에서, FAB의 빈도가 고려될 수 있다.

상기 IADC(28)는 도 2에 도시된 분류 체인으로 통합될 것이다. 이 경우에, 상기 분류는 상기 체인에서의 각 체인 후에 개량된다. 즉, 상기 분류는 ADC(22)에 기초한 검사 후에 개량된다. 광학 재검사 ADC(24A) 후에 다시 개량되고 주사 전자 현미경 ADC(24B) 후에 다시 한번 개량된다.

더욱이, 상기 IADC(28)는 상기 체인을 모든 과거의 결함 결과와 공간적인 신호 분석을 결함시키는 인지 시스템으로 통합할 것이다. 정보에 기초한 분류(하나 이상의 분류 식별기 및 관계 데이터)의 결과는 향상된 ADC 요소(62)에 의해 처리된다(선 88). 이로부터, 상기 요소(62)는 초기 입력 데이터(분류 특성), 초기 분류 데이터, 중간 개량 데이터 및 최종 분류 데이터를 포함하는 분류 히스토리를 생성한다.

상기 분류 히스토리 데이터는 확신의 정도와 장래의 ADC 결과에 대한 무게를 배당하고 개량하기 위해서 그리고 더 빠르고 더 정확한 분류를 위해 통합된 ADC 작동을 최적화하기 위해서 상기 ADC 인지 시스템(64)에 의해 이용(선 90)된다. 그러므로, 상기 인지 시스템(64)은 선행의 결함으로부터 나온 정보를 이용하여 결함의 분류와 배당을 상기의 분류로 계속 개량한다.

상기 분류 공정은 다음의 예에 의해서 더 잘 이해될 것이다. 초기에, 상기 IADC(28)는 결함 정보를 하나

의 상기 ADC 장치로부터 받는다. 상기 결함은 예를 들어, 입자가 특정의 크기와 형태를 가지는 웨이퍼의 표면 상에 있는 이질 입자일 것이다. 이 예에서, 수신된 결함 정보는 초기에 상기 ADC 장치가 이 결함의 형태에 해당하는 국부적인 분류 번호(예를 들어, 번호 25)를 포함할 것이다. 아마도, 상기 결함 정보는 상기 검사 장치에 의해 결정된 확신의 정도를 포함한다.

상기 공정에서 다음 단계는 기록된 확신의 정도 또는 상기 IADC가 국부적인 결함 분류에 배당한 확신의 정도에 의존할 것이다. 예를 들어, 상기 ADC 장치가 이 결함의 분류를 정확하게 알아내는 높은 확신의 정도가 있을 때, 상기 IADC는 단지 국부적인 분류를 전체적인 분류로 변환한다. 주어진 국부적인 분류에 대한 높은 확신의 정도는 다른 ADC 공정에 의한 이 결함에 배당한 다른 분류의 확신의 정도에 관계된 높은 확신치에 의해 나타내진다(예를 들어, 90% 대 10%).

이 특별한 국부적인 분류의 전체적인 분류로의 변환이 미리 정의될 때, 상기 변환 공정은 단지 분류 번호를 바꾸는 것에 관계된다. 그러나, 상기 변환이 미리 정의되지 않으면, 상기 IADC는 상기 분류를 존재하는 전체적인 분류에 맞추거나 이 결함의 형태에 대한 새로운 전체적인 분류를 생성해야 한다.

확신의 정도가 특히 높지 않다면, 상기 IADC(28)는 적당한 전체적인 분류를 계산하는 부가적인 단계를 수행할 것이다. 예를 들어, 두 개의 ADC 장치가 결함에 상이한 분류를 배당하고 각각의 분류는 거의 동일한 확신의 정도를 가지는 경우이다.

이 경우에, 상기 IADC(28)는 상기 ADC 장치로부터 결함의 특성[예를 들어, 강도 수준과 같은 센싱(sensing) 특성 또는 입자, 크기, 예를 들어 0.1 마이크론 이하, 형태, 예를 들어 거의 둥근 형태와 같은 결함의 특성]을 요구하고 상응하는 결함 특성(50) 및/또는 결함과 관계된 공간적인 신호 분석 정보(56)에 기초한 분류를 배당한다. 예를 들어, 이것은 상기 결함 특성과 전체적인 분류와 관계된 특성과 비교하는 단계와 관계된다.

게다가, 상기 IADC(28)는 초기의 확신의 정도를 이 분류에 배당할 것이다. 본 발명에 따라서, 상기 IADC는 알고리즘 접근법과 과거의 실험 데이터를 결합함으로써 확신의 정도를 배당할 것이다. 예를 들어, 확신의 정도는 분류 특성과 결함과 관계된 특성 사이의 매치(예를 들어, 크기, 형태, 밀도)의 상대적인 번호(예를 들어, 퍼센트)에 기초된다. 상기 분류 및/또는 확신의 정도는 후의 ADC 공정에 의해 개량된다.

충돌 분류 데이터를 제공하는 두 개의 ADC 장치(예를 들어, 22 또는 24)의 경우, 상기 ADC 인지 시스템(64)은 FAB에서 검사 및 재검사 공정을 개선하기 위해 상기 ADC 장치를 제어하는데 이용되는 상황을 설명한다. 어떤 ADC 장치는 가변의 결함 한계 또는 결정 기준을 가진다. 예를 들어, ADC 장치가 한 정되어 단지 어떤 강도에 대한 신호만이 결함으로서 기록될 것이다. 이 경우에, 적당한 분류가 결정된 후에, 상기 ADC 인지 시스템(64)은 한계 세팅을 변화시키는 적당한 ADC 장치에 메시지를 보내 장래의 검사에 적당한 분류를 나타낸다. 선택적으로, 상기 인지 시스템(64)은 상기 ADC 장치의 한계가 변화되어야 하는 FAB 작업자에 알리는 표시 장치(92)에 메시지를 보낸다.

확신의 정도가 상기에서 설명된 단계 후에도 수용하기 어렵게 낮다면, 상기 IADC(28)는 데이터베이스 서치를 수행함으로써 결함을 분류하는 시도를 할 것이다. 이러한 경우에, 상기 IADC는 상기 데이터베이스(30)에 저장된 인식된 서치 정보(예를 들어, 58 및 60)와 결함과 관계된 특성, 신호 분석, 결함 지도, 이미지 데이터 및 다른 정보를 비교할 것이다. 상기에서 처럼, 선택된 전체적인 분류와 확신의 정도는 결함과 관계된 정보와 상기 데이터베이스(30)에 저장된 정보 사이의 상대적인 매치의 퍼센트에 기초된다.

상기 결함 분류 데이터와 오버레이, 수율 및 불량(kill) 비율 정보와 같은 다른 FAB 데이터를 이용하여, 상기 IADC(28)는 주어진 생산 라인에 대해 가능한 최선의 분류를 생성(선 94)하도록 시도한다. 이 분류는 미결정 분류 식별의 경우에 각각의 결함에 대한 분류 식별기와 잠재적이고 선택적인 분류를 포함할 것이다. 게다가, 상기 IADC는 일반적으로 상기 분류 각각에 대한 확신의 정도를 생성한다.

지금까지 설명된 것처럼 상기 데이터베이스(30)의 이용은 상기 수율 향상 시스템(18)의 다양한 공정을 조절하는 유리한 방법을 제공한다는 것을 식별해야 한다. 상기 데이터베이스(30)는 상기 결함 분류 공정, 상기 결함 분류 개량 공정 및 결함 원인 식별 공정에서 이용되는 정보를 저장한다.

간략하게, 상기 데이터베이스(30)는 상기 결함 특성, 공간적인 신호, 상기 국부적 및 전체적 분류, 확신의 정도, 결함 밀도, 사안에 대한 설명적 텍스트, 웨이퍼 지도 및 이미지를 포함하는 모든 결함 데이터를 저장할 수도 있다. 데이터베이스(30)는 또한 제조자가 특정한 데이터를 저장할 것이다. 예를 들어, 에칭 챔버의 제조자는 상기 챔버에서의 부식에 의해 야기된 결함에 관계된 특정 데이터를 제공할 것이다. 그러한 데이터는 특정 결함을 야기하는 특정 챔버를 지적하는 것을 도울 수 있다.

상기 데이터베이스(30)에 모든 분류 데이터를 저장함으로써, 수율에 관계된 엔지니어는 이 데이터를 처리하여 어떻게 특정 분류가 배당되는지를 결정할 수 있다. 더욱이, 수율에 관계된 엔지니어는 엔지니어가 수동으로 상기 시스템을 조작하여("teaches") 특정 인자를 특정 분류에 결함시키는 수동 분류를 수행하여, 특수한 FAB 및 응용에 대한 분류 결과를 주문 생산하고 개선한다. 이 과정 또는 유사한 과정은 결함 분류를 다른 결함에 배당하는 시스템 또는 FAB 엔지니어에 의해 후에 이용될 것이다. 예를 들어, 수율 향상 시스템은 자동 결함 분류를 수행하는 유사한 과정을 따르도록 프로그램된다.

상기 IADC(28)는 진행중인 기초에서 알고리즘에 의한 분류를 확인하기 위해 결함 데이터베이스(30)에서 상기 정보를 이용한다. 그러므로, 시간이 지나면서, 상기 알고리즘에 의한 분류의 정확성은 증가하고 잘못된거나 헛된 분류의 가능성이 감소할 것이다. 더욱이, 상기 데이터베이스(30)는 초기에 어떤 결함 정보 없이 한정된다는 것을 식별해야 한다. 이 경우에, 수율 향상 시스템은 상기 결함을 잠재적인 원인, 또는 상기 FAB에서 수용한 제조자 특정 데이터와 서로 관련시키는 정보를 입력하는 상기 FAB 및/또는 상기 작업자로부터 결함 정보를 요구하기 때문에 상기 수율 향상 시스템(18)은 결함 정보를 상기 데이터베이스에 추가할 수 있다.

FAB 수율 데이터가 입력으로 주어질 때, 상기 IADC(28)는 수율 결과를 특정 결함 및 결함 분류와 서로 관련시킬 수 있다. 결과적으로, 상기 IADC는 극도한(killer) 결함의 식별을 개량할 것이다. 이것은, 교대

로, 수율에 관계된 엔지니어가 상당한 퍼센트의 방해와 과다한 결함을 무시할 수 있게 하는 반면에 극도의 결함을 피하는데 집중한다.

상기 결함 원인 식별 시스템(32)을 참조하여, 상기 식별 시스템(32)은 상기 IADC(선 94)와 상기 데이터베이스(30)로부터 정보를 이용하여 주어진 결함 또는 분류에 대해 잠재적인 원인을 식별한다. 특히, 상기 식별 시스템(32)은 상기 데이터베이스(30)에 저장된 결함 원인 정보를 이용할 것이다. 이 정보는 일반적으로 다음의 형태일 것이다. 기계 "x"는 문제점 "y"를 가지고 이것은 분류 "z"의 결함으로 나타낼 것이다. 이러한 정보는 표시 장치(92)에 표시될 것이다.

상기 결함 원인 식별 시스템(32)은 더 정교한 결함 루트 원인 분석을 수행한다. 예를 들어, 상기 식별 시스템(32)은 상기 검사 및 재검사 장치(22 및 24)와 국부적이고 전체적인 분류 데이터와 상기 IADC(28)와 상기 데이터베이스(30)로부터 나온 관련 원인 정보에 의해 인식된 특정 결함 및 분류를 이용하여 결함 원인을 식별할 것이다. 예를 들어, 놓치거나 여분의 신호 경로 패턴을 포함하는 분류는 포토 레지스트 공정에서의 문제점에 관계된다. 그러므로, 상기 문제점의 원인은 에칭 공정에 앞서 이질 입자의 유입일 것이다. 선택적으로, 파묻힌 입자는 증착 공정 전의 문제점을 나타낼 것이다. 이러한 문제점은, 특히 제조자 특정 데이터가 이용될 수 있을 때, 상기 FAB에 있는 특정 설비에서 교대로 추적될 것이다.

상기 식별 시스템(32)으로 입력되는 다른 데이터는 작업 공정("WIP") 데이터, 상기 FAB 호스트 시스템(20)으로부터 나온 수율 데이터, 및 수율 향상 시스템에 의해 계산된 상기 축적된 통계적인 확률 데이터를 포함할 것이다.

상기 결함 원인 식별 시스템(32)은 상기 FAB에 의해 한정된 것처럼 분류 식별기와 관련된 자동 경보 및 경고를 생성한다. 특히, 상기 수율 향상 시스템(18)은 통상의 전체 밀도 모니터보다 분류 밀도 모니터를 제공할 수 있다. 선행기술의 높은 결함 생성은 분류 기초 마다 저장되기 때문에, 상기 수율 향상 시스템(18)은 특정 분류에 대한 한계에 기초한 경보를 생성할 수 있다. 이것은 결함의 집합에 대한 한계에 기초한 경보를 생성하는 많은 통상의 시스템과 대조적이다. 결과적으로, 본 발명에 따라 형성된 수율 향상 시스템을 이용하여, 수율에 관계된 엔지니어는 결함의 집합에 관해 중요하지 않은(그러므로 상대적으로 식별하기 어려움) 주어진 분류에서 왕복 운동을 개발하는 단계를 빨리 식별할 수 있다.

상기 결함 원인 식별 시스템(32)은 결함 원인의 식별을 알아내는 제안된 시험 과정을 생성할 것이다. 예를 들어, 상기 식별 시스템(32)은 주어진 하부 공정의 공정 장치(예를 들어, 주어진 에칭 단계에서 그릇된 온도)를 가능한 결함 원인으로 식별할 것이다. 상기 공정 장치(예를 들어, 에칭기)가 상기 하부 공정에 대해 형성된 자체 시험을 가진다면, 상기 식별 시스템(32)은 자동적으로 상기 공정 장치(에칭 번호를 식별하는 상기 작업 공정을 이용)에 메시지를 보내어 상기 공정 장치가 자체 시험을 작동시킬 것을 요구할 것이다. 게다가, 상기 식별 시스템(32)은 상기 공정 장치가 시험의 결과를 상기 식별 시스템으로 돌려 보낼 것을 요구한다. 이것은, 예를 들어, 적당한 메시지를 공정 장치 또는 장치들(96)에 보냄으로써 행해질 것이다. 상기 하부 공정이 실패하면(예를 들어, 온도가 그릇됨), 상기 식별 시스템(32)은 상기 하부 공정이 결함의 원인이라는 확신의 정도를 증가시킬 것이다.

상기 결함 원인 식별 시스템(32)은 상기 문제점을 해결하기 위해 수집 과정을 시작할 것이다. 전의 실시예에서, 상기 에칭기는 원격 작동의 장치가 적당한 명령을 보내으로써 온도를 조절하게 하는 인터페이스를 가질 것이다. 이 경우에, 상기 식별 시스템(32)은 자체 시험이 실패된 경우에 상기 명령을 보내도록 한정될 것이다. 선택적으로, 상기 식별 시스템은 기계 "y"(예를 들어, 에칭 번호 4)의 인자 "x"(예를 들어, 온도)를 FAB 체크하도록 엔지니어에게 알리는 표시 장치(92)상에 메시지를 표시하도록 한정될 것이다.

도 4는 본 발명의 실시예와 함께 수율 제어 계획과 샘플 계획의 작동을 도시한다. 수율 모델링 및 계획 요소(108)는 수율 제어와 전략 계획(110)을 생성한다. 일반적으로, 초기 계획은 수행의 시뮬레이션 모델링과 FAB에 설치된 설비의 상호 작용에 기초한 상기 FAB가 설치될 때 개발된다. 본 발명과 함께, 스마트 샘플링 플래너(34)는 상기 FAB 설비로부터 나온 작업 공정 데이터와 같은 인-라인(in-line) 정보, 실제 웨이퍼 수율 데이터 및 상기에서 설명된 ADC 데이터에 기초한 수율 제어 계획(예를 들어, 웨이퍼 검사 및 재검사 계획)을 계속 개량한다.

상기 수율 제어 계획 요소(108)에서, 설계에 기초한 수율 모델링은 수학적 모델링과 시뮬레이션 알고리즘을 통합하여 각각의 층과 칩 상의 특별한 영역에 대한 수율에 대한 민감도 예측을 형성(선 112)한다. 공정 장치에 기초한 수율 모델링은 히스토리 데이터와 통계적 분석 및 공정 장치에 대한 결함의 예측을 형성(선 114)하는 예측을 이용한다.

공정 상호작용 모델링(선 116)으로부터 나온 정보와 결과로부터, 상기 모델링 및 계획 요소(108)는 전체 선과 특정 생산 모듈(선 118 및 120)에 대한 수율 예측을 형성한다. 게다가, 상기 요소(108)는 상기 FAB(선 122)에서 각각의 공정 모듈과 각각의 공정 장치에 대한 수율 한계를 형성한다. 결국, 상기 수율 제어 요소(110)는 전체 생산 선에 대한 수율 제어 계획(선 124)을 형성한다. 이 계획은 어떤 장치가 상기 FAB에서 이용되는지를 한정한다. 그것은 장치들을 위치시키는 방법과 그것들을 이용하는 방법을 한정한다. 게다가, 상기 계획은 어떤 웨이퍼가 검사될 것인지를 특정할 것이다.

상기 샘플 플래너(34)는 상기에서 설명된 인-라인 결함 분류 데이터와 시스템에 있는 다른 축적된 정보를 상기 수율 제어 계획의 효율을 개선시키기 위해서 이용한다. 상기 수율 제어 계획을 계속 개량함으로써, 상기 샘플 플래너(34)는 수율에 관계된 엔지니어가 극도의 결함과 관심의 대상인 결함에 더 효과적으로 집중할 수 있게 할 것이다. 결과적으로, 이것은 상기 수율에 관계된 엔지니어가 각각의 웨이퍼상에 있는 결함을 재검사하는데 소모하는 시간의 양을 줄이고 FAB에서 웨이퍼 공정을 설치할 때 소비되어야 하는 시험 웨이퍼의 수를 줄일 것이다.

상기 샘플 플래너(34)는 상기 수율 제어 계획과 향상된 초기 계획의 규칙(선 128)을 이용하는 예비 검사 및 재검사 계획(선 126)을 형성한다. 상기 초기 표본 계획은 웨이퍼 검사 계획(선 132, 예를 들어, 어떤 웨이퍼가 검사되고, 언제 검사하며 어떻게 검사하는지에 대한), 광학적 재검사 계획(선 134) 및 주사 전자 현미경 재검사 계획(선 136)을 만들어내는 효율 평가(선 130)를 이용하여 최적화된다.

상기 정보를 이용하여, 상기 샘플 플래너는 상기 검사된 특정 층에 대해 튠(tune)되고 최적화되는 검사 처리법을 형성한다. 상기 샘플 플래너는 검사 장치(재검사) 및/또는 재검사 장치에 의해 최적화된 ADC를 제공한다. 상기 샘플 플래너는 재검사 장치에 대한 최적화된 샘플 계획을 제공할 것이다.

상기 샘플 플래너는 재검사 공정 중에 어떤 형태의 결함이 재검사를 보증하는지와 어떤 형태의 결함이 생략되는지 인지하도록 프로그램될 것이다. 예를 들어, 100개의 입자가 웨이퍼 상의 특정 위치에 위치된다면, 재검사 장치로 이 입자들의 미소량(예를 들어, 5개)만 재검사하는 것이 필요할 것이다. 이것은 100개의 모든 결함이 유사한 입자인 것을 알리는 검사 장치에 의해 제공된 결함 정보에서 상대적으로 높은 확신의 정도인 경우일 것이다. 예를 들어, 이 높은 확신의 정도는 유사한 결함의 선행 발생으로부터 나올 것이다. 그러므로 상기 시스템이 튠되고 상기 검사 장치에 확신이 있으면, 이 정보는 샘플 계획으로 프로그램되고 상기 재검사 장치는 자동적으로 100개의 결함중에서 5개를 재검사한다.

도 1 내지 도 3과 함께 상기에서 설명된 것처럼, 상기 검사 및 재검사 정보는 상기 수율 향상 시스템(18)으로 피드백된다(선 138). 상기 피드백 정보는 효율 평가에 이용되고 검사 및 재검사 계획에 제안된 평가를 위해 이용되며 상기 초기 계획의 효율 평가를 위해 이용된다(선 140). 이 향상은 검사 및 재검사의 직접적인 결과(관심의 대상인 결함)와 실제 수율(시험 데이터)에 결함의 히스토리적 상호 관계에 기초한다.

효율 평가기에의 입력은 층과 상기 FAB 호스트로부터 얻은 공정 장치 데이터를 포함한다(선 142). 예를 들어, 이것은 공정 장치의 상태와 같은 도량형 및 공정 장치 데이터를 포함할 것이다. 상기 입력은 실제 수율 데이터와 과거의 상호 관계에 기초한 극도로 결함 식별 정보를 포함할 것이다(144). 게다가, 결함 분류 정보(선 146)와 공간적인 신호 분석(선 148)으로부터 얻은 웨이퍼 상의 결함 분포에 대한 정보는 상기 수율 향상 시스템(18)으로 들어갈 것이다.

상기로부터, 상기 샘플 플래너는 상기 층과 장치 정보를 이용하여 검사 및 재검사 시간을 감소시키고 검사 결과를 개선시킨다. 이것은 상기 FAB에서 감소된 시험 웨이퍼 소모를 나타내고 생산 재료에 대한 처리 시간을 감소시키며, 검사/재검사/도량형 장치에 대한 자본 소비를 감소시키며 FAB 바닥 공간을 줄인다.

상기 자동 수율 향상 시스템은 수율 왕복 운동의 공급원을 식별하는 시간을 짧게 하고, 새로운 결함에 대한 인지 시간을 짧게 하며, 이들의 이용을 최적화하여 상기 웨이퍼 검사 및 재검사 장치의 생산성을 개선시킨다. 이러한 목적은 다양한 형태의 FAB 데이터를 통합하고 FAB 수율을 모니터링하고 제어하는 결정 공정을 자동화하고 속도를 높이는 새로운 소프트웨어 알고리즘을 이용하는 개선된 데이터 운영을 통해 달성된다. 상기 시스템은 자동 및 수동 모드에서 데이터를 축적하고, 상기 축적된 데이터에 기초한 자동 결정의 정확성을 개선시키는 인지 시스템이다. 상기 검사 및 재검사 장치의 생산성은 상기 샘플링 계획 모듈에 의해 개선된다. 이 모듈은 상기 장치를 이용하는 개선된 계획을 제공하기 위해 통합된 데이터를 이용한다.

상기 시스템은, 전체 수율 향상 시스템으로서, 상기 FAB를 가로질러 배치될 것이다. 선택적으로, 상기 시스템은 검사, 및 도량형 장치의 특별한 공정 그룹에 대한 수율 제어를 제공하기 위해 상기 FAB의 특별한 영역에 배치될 것이다. 예를 들어, 전체적으로 자동화된 시스템(제조 셀, 짧은 루프 제어)에서, 확인과 수집 조치는 상기 공정 장치에 자동적으로 통신되고, 자동 서비스 루틴을 수행하도록 촉구한다. 이 실시예에서, 상기 시스템은 공정 장치 제조자에 의해 제공된 서비스 루틴을 이용하고 서비스 루틴을 자동적으로 활성화시키는 프로토콜에 따른다.

상기 결함 정보 데이터베이스는 결함 분류와 상관 없이, 또는 첨가하여, 결함 원인 식별을 위해 이용될 수 있다. 그러므로, 예를 들어, 검사 장치(22, 도 1)는 상기 자동 수율 향상 시스템(18)에 결함 지도를 보낼 수 있다. 어떤 또는 모든 결함[예를 들어, 상기 스마트 샘플링 플래너(34)의 출력에 의존함]은 상기 광학적 및/또는 주사 전자 현미경 재검사 장치(24A, 24B, 도 2)에서 재검사될 것이다. 더욱이, 입자가 발견되면, 재료(EDX) 분석은, 예를 들어 EDX 모드의 "오팔(Opal) 9300"과 같은 주사 전자 현미경 재검사 스테이션을 이용하여 수행될 수 있다.

결함 정보 데이터베이스는 제조자의 특별한하고 선행의 분석 결과와 같은 결함 정보를 포함하기 때문에, 매치용 서치는 광학적 이미지 및/또는 주사 전자 현미경 이미지와 EDX 결과를 이용하여 수행될 수 있다. 많은 경우에, 양호한 매치는 부차적인 공정을 제거할 수 있고 상기 결함 원인 및 제안된 수집 조치에 직접 지적할 수 있다. 예를 들어, 입자는 다른 원인과 공정 챔버의 다른 부분으로부터 나올 수 있다. 입자 또는 특별한 조성물이 식별될 때, 그것들은 결함 정보 데이터베이스에 저장된다. 입자의 원인인 특별한 수집 조치를 이용해서 제거될 때, 상기 수집 조치는 입자 정보에 링크로 저장된다. 재료 조성 매치를 이용하여, 적당한 챔버는 식별될 수 있고 저장된 수집 조치는 문제에 대한 가능한 해결로서 제공될 수 있다.

예를 들어, 특별한 조성의 입자가 에칭기의 동으로부터 야기되고 플라즈마 클리어가 그 문제를 해결했다는 것을 알았을 때, 그런 데이터는 상기 결함 정보 데이터베이스에 저장될 수 있다. 입자 문제의 조사중에, 상기 EDX가 입자들이 데이터베이스에 저장된 것과 같은 조성이라는 것을 밝힐 때, 상기 시스템은 플라즈마 클린이 상기 에칭기 동에서 수행될 것을 제안할 것이다. 그러므로, 상기 제안된 수집 조치는 많은 공정을 수행해야 할 필요성을 제거하면서, 신속하게 달성될 수 있다. 물론, 동시에 상기 시스템은 상기에서 설명된 것처럼 분류와 다른 공정을 수행할 것이다.

상기로부터, 본 발명에 따라 구성된 시스템은 개선된 반도체 제조를 제공한다는 것을 알 것이다. 본 발명의 특별한 실시예는 일반적으로 개시된 것이고, 본 발명은 이러한 특정 형태에 한정되지 않으며, 첨부된 청구범위의 범위 내에 포함되는 모든 변화에 넓게 적용될 수 있다. 본 발명이 속하는 당업자들에게는 많은 수정과 개조가 가능할 것이다. 예를 들어, 다양한 방법의 분류 계획 및 방법이 본 발명의 개념을 수행하는데 이용될 수 있다. 게다가, 다양한 방법이 결함의 원인을 알아내기 위해 구해질 것이다. 더욱이, 본 발명이 개시하고 있는 태양은 여러 방법으로 이행될 것이다. 그러므로, 상기에서 자세히 설명된 특정 구조와 방법은 단지 본 발명의 특수한 실시예의 설명에 불과하다.

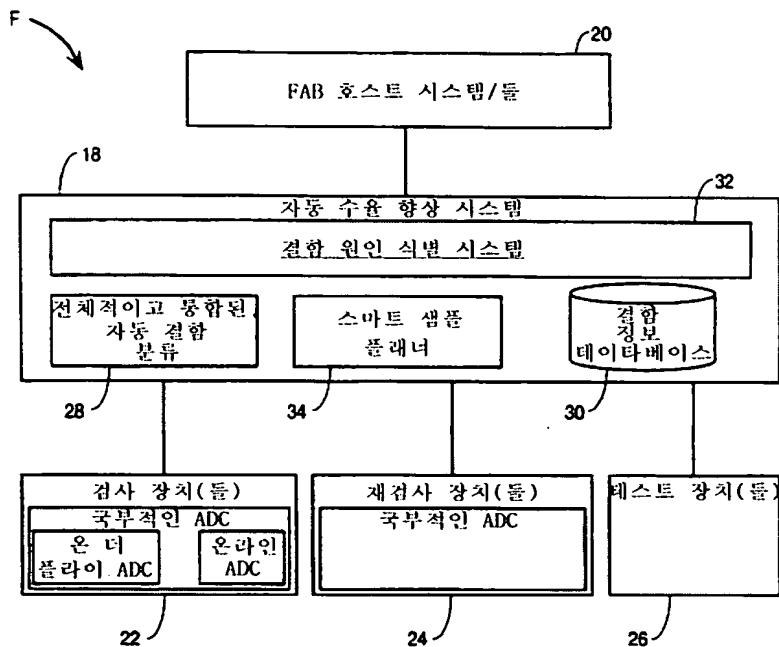
(57) 청구의 범위

- 청구항 1. 반도체 제조 설비에서의 결함 분류 방법으로서,
웨이퍼 분석 장치로부터 결함과 관계된 분류 데이터를 수용하는 단계,
웨이퍼 분석 장치로부터 상기 결함과 관계된 결함 특성 데이터를 수용하는 단계, 및
상기 분류 데이터와 상기 결함 특성 데이터에 기초해서 상기 결함에 전체적인 분류를 담당하는 단계를 포함하는 방법
- 청구항 2. 제 1 항에 있어서, 상기 배당하는 단계가 상기 제조 설비로부터 나온 수율 데이터와 하나 이상의 상기 전체적인 분류 특성을 비교하는 단계를 더 포함하는 방법
- 청구항 3. 제 1 항에 있어서, 상기 배당하는 단계가 상기 결함 특성 데이터와 데이터베이스에 저장된 특성 데이터를 비교하는 단계를 더 포함하는 방법.
- 청구항 4. 제 1 항에 있어서, 실험적인 결함 데이터에 기초해서 상기 전체적인 분류에 확신의 정도를 배당하는 단계를 더 포함하는 방법.
- 청구항 5. 제 1 항에 있어서, 상기 배당하는 단계가 상기 전체적인 분류의 특성과 상기 결함과 관계된 공간적인 신호 분석 데이터를 비교하는 단계를 더 포함하는 방법.
- 청구항 6. 제 1 항에 있어서, 상기 전체적인 분류에 기초해서 상기 결함에 대한 하나 이상의 제안된 원인을 식별하는 단계를 더 포함하는 방법.
- 청구항 7. 제 1 항에 있어서, 하나 이상의 웨이퍼 검사 계획 및 웨이퍼 재검사 계획에 대한 갱신된 데이터를 생성하는 단계를 더 포함하는 방법.
- 청구항 8. 제 1 항에 있어서, 웨이퍼 공정 장치에 대한 교정 조치 데이터를 생성하는 단계를 더 포함하는 방법.
- 청구항 9. 제 1 항에 있어서, 웨이퍼 공정 장치에 대해 검사 작동을 시작하는 단계를 더 포함하는 방법.
- 청구항 10. 반도체 제조 설비용 자동 수율 향상 시스템으로서,
하나 이상의 검사 및 재검사 장치로부터 결함 분류 데이터를 수용하고 상기 결함 분류 데이터로부터 전체적인 결함 분류를 생성하는 전체 결함 자동 분류 모듈과,
다양한 웨이퍼 결함의 특성을 저장하는 결함 참조 데이터베이스, 및
상기 전체적인 결함 분류와 상기 결함 참조 데이터베이스로부터 나온 데이터를 수용하고 수용된 데이터로부터 결함 식별 데이터와 결함 원인 데이터를 결정하는 결함 원인 식별 모듈을 포함하는 자동 수율 향상 시스템.
- 청구항 11. 제 10 항에 있어서, 상기 결함 식별 데이터를 수용하고 상기 결함 식별 데이터에 기초해서 상기 전체적인 자동 결함 분류 모듈의 작동 인자를 조절하는 인지 모듈을 더 포함하는 자동 수율 향상 시스템.
- 청구항 12. 제 10 항에 있어서, 상기 전체적인 결함 분류를 수용하고 갱신된 정보를 하나 이상의 상기 검사 및 재검사 장치로 보내는 인지 모듈을 더 포함하는 자동 수율 향상 시스템.
- 청구항 13. 제 10 항에 있어서, 상기 전체적인 자동 결함 분류 모듈, 상기 결함 참조 데이터베이스, 및 상기 결함 원인 식별 모듈 중 하나 이상으로부터 데이터를 수용하고, 식별된 결함을 감소시키도록 제안된 조사 및 교정 조치의 체크 리스트를 제공하는 교정 조치 모듈을 더 포함하는 자동 수율 향상 시스템.
- 청구항 14. 제 10 항에 있어서, 상기 결함 원인 데이터를 수용하고 상기 결함 원인 데이터에 기초한 자가 진단 지시를 상기 제조 설비의 공정 장치로 보내는 설비 작동 인자 모듈을 더 포함하는 자동 수율 향상 시스템.
- 청구항 15. 제 10 항에 있어서, 상기 검사 장치와 상기 결함 참조 데이터베이스로부터 데이터를 수용하고 상기 데이터에 기초하여 결함 재검사 샘플링 계획을 생성하는 샘플링 모듈을 더 포함하는 자동 수율 향상 시스템.
- 청구항 16. 검사 및 재검사 장치로부터 나온 결함 특성 및 분류 데이터를 수용하여,
각각의 결함에 대해 상기 검사 및 재검사 장치의 분류가 동일한지를 조사하고, 동일하다면 전체적인 분류로서 상기 분류를 넘기는 단계,
상기 검사 및 재검사 장치의 분류가 상이할 때, 상기 결함에 대한 전체적인 분류를 결정하기 위해 상기 결함 특성 데이터를 조사하는 단계,
상기 특성 및 분류 데이터가 결함 분류에서 미리 정의된 확실성을 나타내지 않을 때, 상기 결함에 대한 전체적인 분류를 결정하기 위해 결함 데이터베이스를 서치하는 단계, 및
필요할 때, 상기 전체적인 분류에 기초해서, 분류 인자를 조절하기 위해 상기 검사 및 재검사 장치에 신호를 보내는 단계를 수행하는 방법.
- 청구항 17. 반도체 제조 설비에서 웨이퍼 결함 원인을 식별하는 방법으로서,
웨이퍼 분석 장치로부터 나온 결함 분류 데이터를 수용하는 단계,

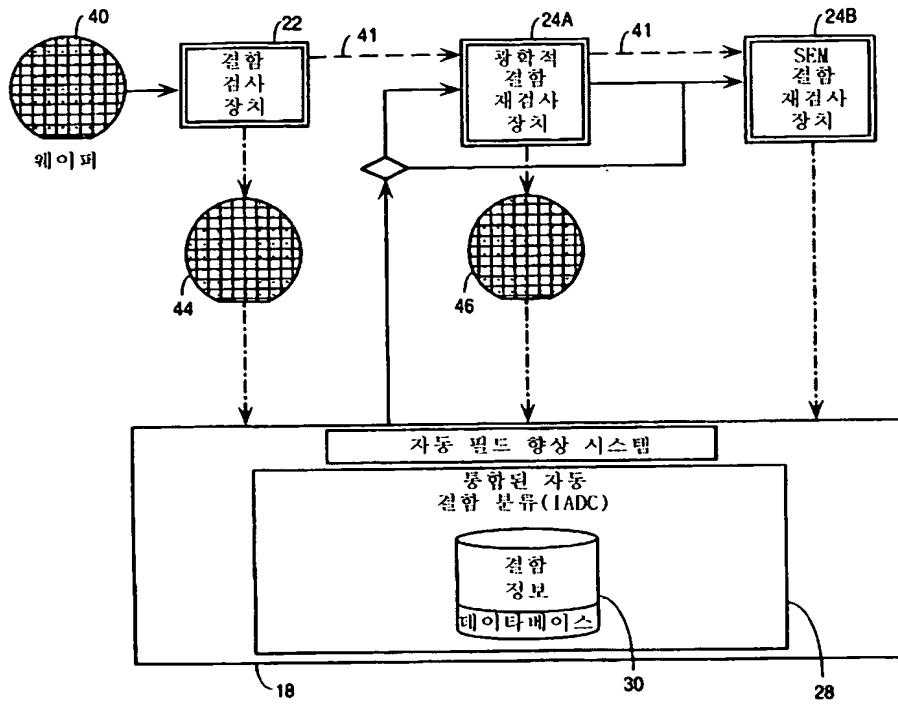
전체적인 결함 분류를 생성하는 단계,
 다양한 웨이퍼 결함의 특성을 데이터베이스에 저장하는 단계, 및
 상기 전체적인 결함 분류로부터 결함 식별 및 결함 원인 데이터를 결정하는 단계를 포함하는 방법.

도면

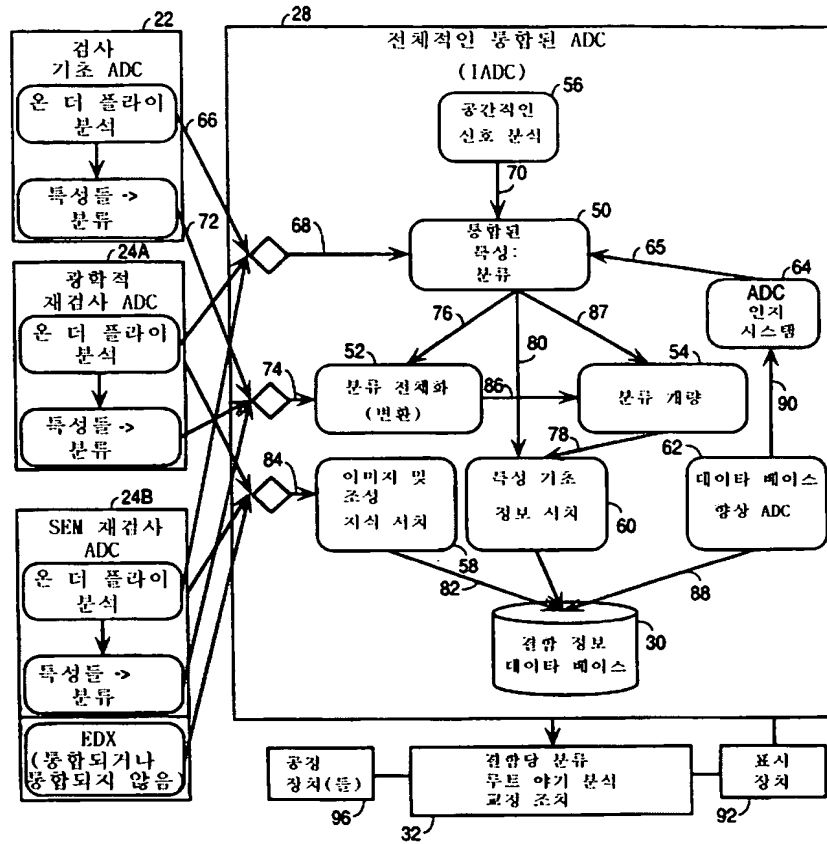
도면1



도면2



도면3



도면4

